

# NovaGenesis no Ambiente FIBRE: Primeiras Impressões

Fábio Antônio Ferreira<sup>1</sup>, Felipe Simões Miranda<sup>1</sup>,  
Élcio Carlos do Rosário<sup>1</sup>, Victor Hugo D. D'Avila<sup>1</sup>, Antônio M. Alberti<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ICT Lab - Instituto Nacional de Telecomunicações (Inatel)  
CEP 37540-000 - Santa Rita do Sapucaí, Minas Gerais, Brasil.

fantonio@gmail.com , felipe.miranda@gec.inatel.br

elcio.carlos@mtel.inatel.br, victorhdd@gmail.com e

alberti@inatel.br

**Abstract.** *This paper presents a preliminary analysis of the performance of the NovaGenesis architecture, a Future Internet proposal, in the FIBRE (Future Internet Brazilian Environment for Experimentation) testing environment. It describes the principles of this new architecture and a comparative analysis between its performance in a LAN network and the FIBRE environment.*

**Resumo.** *O presente artigo apresenta uma análise preliminar do desempenho da arquitetura NovaGenesis, uma proposta para Internet do Futuro, no ambiente de testes do FIBRE (Future Internet Brazilian Environment for Experimentation). O artigo cobre os princípios desta nova arquitetura e uma análise comparativa preliminar do seu desempenho numa rede LAN e no ambiente FIBRE.*

## 1. Introdução

A Internet atual foi projetada há mais de 40 anos seguindo princípios de projeto daquela época. Muitos se perguntam se o seu sucesso contínuo pode ser ameaçado, devido a falta de mecanismos de segurança, mobilidade e nomeação apropriados. Além disso, tornou-se extremamente custoso suportar as crescentes demandas por privacidade, espaços de nomeação, eficiência na distribuição de conteúdos, e outros desafios que se mostram difíceis de serem resolvidos de forma incremental. O núcleo da rede atual é TCP/IP, de difícil modificação e as propostas de IPv6 e MIPv6 têm uma lenta adoção [Czyz et al. 2014]. Para atender essas necessidades, novas funções têm sido implementadas, resolvendo o problema de forma parcial. Como resultado, paradigmas de arquiteturas totalmente novas têm sido sugeridos pela comunidade de pesquisa, com o objetivo de construir a chamada Internet do Futuro (IF ou em inglês, FI - Future Internet) [Pan et al. 2011].

A NovaGenesis (NG) foi concebida com o objetivo de criar um novo ambiente de Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC, ou em inglês *Information and Communications Technology*) para suportar a completa, convergente e acelerada evolução tecnológica vivenciada pela humanidade. Vista como uma arquitetura de IF, a NovaGenesis é um híbrido de *name-centric*, *service-centric*, *information-centric*, *host-centric*, *software-defined*, *self-organizing* e *mobile-friendly*.

Plataformas de *testbeds*, como o FIBRE (*Future Internet Brazilian environment for Experimentation*) e o GENI (*Global Environment for Network Innovations*) [Berman et al. 2014], são fundamentais para o desenvolvimento e validação de novas arquiteturas de IF, uma vez que elas oferecem um ambiente escalável e com características próximas as reais. O principal objetivo deste trabalho é verificar o comportamento da arquitetura NG no FIBRE visando a execução de futuros testes com maior amostragem e com diferentes topologias.

Este artigo apresenta os resultados obtidos em testes preliminares da NG no ambiente FIBRE. A Seção 2 apresenta uma descrição da NovaGenesis e seu funcionamento. A Seção 3 descreve o *testbed* FIBRE. A Seção 4 detalha os testes realizados e os resultados obtidos. A Seção 5 conclui o artigo.

## 2. NovaGenesis

O projeto NovaGenesis [Alberti et al. 2017] foi iniciado em 2008 como um estudo de quatro anos (2008-2011) sobre o estado da arte em Internet e paradigmas emergentes de redes de comunicação. Em 2011, foi concluída a análise baseada nos conceitos de requisitos para a Internet do Futuro (IF), tecnologias e desafios. Com base no conhecimento adquirido, foi selecionado um conjunto de ingredientes promissores para resolver os desafios identificados e atender aos requisitos elencados. Além disso, trabalhou-se na busca por sinergias entre outras propostas de IF.

Os resultados deste estudo alimentaram o projeto de uma nova arquitetura chamada NovaGenesis, definindo um modelo em que o processamento e a troca de informações é tratada como um serviço. Todas as entidades são nomeadas e as ligações entre nomes são armazenadas de forma distribuída, visando atender aos requisitos de escalabilidade. Neste contexto, um nome é definido como um conjunto de símbolos (caracteres de uma linguagem) que denotam uma entidade ou um grupo de entidades, enquanto um *name binding* (NB) é um vínculo entre dois ou mais nomes. A ideia central da NovaGenesis pode ser resumida na seguinte sentença: serviços (incluindo as implementações dos protocolos) que se organizam utilizando nomes, *name bindings* (NBs) e contratos, visando atender objetivos e políticas semanticamente ricas.

A versão corrente do protótipo NovaGenesis é executada em ambiente GNU/Linux e é compatível com as atuais tecnologias da camada de enlace. Portanto, pode-se executar o protótipo sobre o Ethernet ou o Wi-Fi, e ela também pode ser executada entre dois *smartphones* usando Android e Bluetooth. Esta característica permite que a NovaGenesis seja executada no ambiente FIBRE, contudo, é necessário utilizar os *raw sockets* sem a implementação do IP, de forma a permitir o encaminhamento de mensagens sobre as tecnologias de enlace.

## 3. FIBRE

O testbed FIBRE é uma infraestrutura de pesquisa focada em experimentação em redes e é aberta para pesquisadores. Ele é uma federação de infraestruturas experimentais, nomeadas ilhas [Salmito et al. 2014]. É o primeiro ambiente de *cyberinfrastructure* em larga escala para pesquisa em IF no Brasil. Seu objetivo é federar diversas ilhas de pesquisa em universidades brasileiras e no mundo. Uma ilha típica do FIBRE possui nós *wireless*, *switches*, NetFPGA's, *switches openflow* e sistemas de monitoramento, tudo isso

conectado ao POP mais próximo da RNP e virtualmente conectado à rede do FIBRE, a FIBREnet. A Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) é um exemplo, ela sedia uma Ilha do FIBRE, que está conectada ao POP-RS. O Instituto Nacional de Telecomunicações (INATEL), liga-se à Rede Nacional de Pesquisa (RNP) via Ponto de Presença de São Paulo (PoP-SP). O FIBRE utiliza o *framework cOntrol and Management Framework* (OMF) para controle e gestão dos experimentos [Rakotoarivelo et al. 2010].

#### 4. Teste de Desempenho da NovaGenesis no FIBRE

Para este experimento foi utilizado o programa de teste da NG chamado NBSimpleTestApp, cuja operação se dá pela troca de NBs, que podem ser considerados equivalentes aos registros DNS. A operacionalização deste teste também se dá pela execução do serviço *Publish/Subscribe Service* (PSS) responsável pela comunicação publica/assina entre serviços. Através do PSS, um serviço qualquer pode expôr seus NBs a outros serviços ou descobrir como os nomes publicados estão relacionados uns com os outros de forma segura. Em ambos os cenários, FIBRE e LAN, a topologia utilizada foi estrela.

Para este experimento, foram geradas quatro diferentes quantidades de NBs, que foram publicadas no PSS e subscritas de volta pelo próprio NBSimpleTestApp. Neste procedimento, primeiramente, o NBSimpleTestApp publica todos os NBs ao PSS. Após essa etapa ele assina mil quatrocentos e quarenta NBs, com intervalo de dois segundos entre cada assinatura. Desta forma, foi possível avaliar o tempo médio de subscrição dos NBs pelo cliente e o número de subscrições feitas. É possível observar na Tabela 1 o número de subscrições no ambiente FIBRE, subscrições em LAN e subscrições esperadas para quatro cenários: duzentos mil publicações, oitocentos mil, dois milhões e oito milhões. O resultado, ilustrado pela Figura 1, apresenta uma tendência de atraso maior nos testes do FIBRE, possivelmente por ser um ambiente virtualizado e com *hardware* compartilhado. Os dados apresentam uma uniformidade na quantidade de subscrições e no atraso médio, com exceção do teste com oito milhões de publicações. Neste caso, não conseguimos estimar o atraso médio com a mesma precisão, uma vez que não foram processadas todas as subscrições previstas a cada ciclo conforme mostra a Tabela 1. A NovaGenesis ainda não possui controle de perdas de pacotes, é o caso de mensagens que não foram processadas pelo *kernel*.

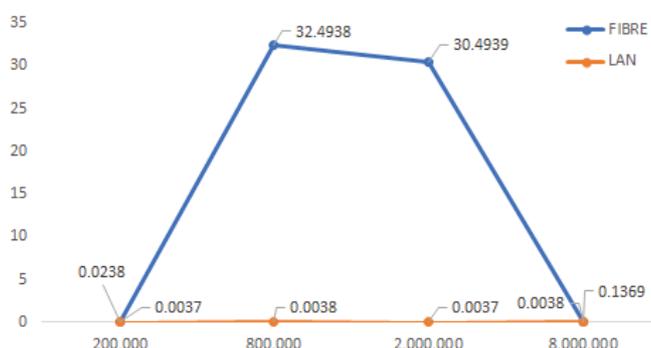


Figura 1. Resultados no FIBRE e na LAN (eixo x: número de subscrições; eixo y: tempo médio das subscrições em milissegundos).

Cenário	Subscrições FIBRE	Subscrições LAN	Subscrições esperadas
200.000	1.440	1.440	1.440
800.000	565	1.440	1.440
2.000.000	565	1.440	1.440
8.000.000	535	1.440	1.440

Tabela 1. Número de NB subscritos em cada ambiente.

## 5. Conclusão

Neste artigo foram realizados experimentos preliminares da NG no ambiente FIBRE. Os testes realizados mostram que o desempenho da NG no FIBRE ficou abaixo quando comparado à LAN, ou seja, não utilizando virtualização. Naturalmente, a execução em ambiente virtualizado terá desempenho inferior devido ao processo de virtualização, outro aspecto que deve ser levado em consideração é o fato do FIBRE ser um ambiente compartilhado e suscetível a atrasos por sobrecarga de processamento.

O ambiente do FIBRE possui vantagens com relação a flexibilidade e escalabilidade dos experimentos, pois recursos virtuais podem ser criados facilmente conforme a necessidade. Por este motivo, trabalhos futuros serão realizados utilizando outros cenários de testes com a NG, incluindo novas topologias e aplicações de teste e desempenho.

## Agradecimentos

Este trabalho foi parcialmente financiado pela Finep, com recursos do FUNTTEL, contrato N° 01.14.0231.00, sob o projeto Centro de Referência em Radiocomunicações (CRR) do Instituto Nacional de Telecomunicações – Inatel, Brasil. Os autores agradecem à CAPES, FAPEMIG, CNPq, RNP, IFMG Ouro Branco, SENAC Guaxupé e FINATEL.

## Referências

- Alberti, A. M., Casaroli, M. A. F., Singh, D., and da Rosa Righi, R. (2017). Naming and name resolution in the future internet: Introducing the novagenesis approach. *Future Generation Computer Systems*, 67:163–179.
- Berman, M., Chase, J. S., Landweber, L., Nakao, A., Ott, M., Raychaudhuri, D., Ricci, R., and Seskar, I. (2014). Geni: A federated testbed for innovative network experiments. *Computer Networks*, 61:5–23.
- Czyz, J., Allman, M., Zhang, J., Iekel-Johnson, S., Osterweil, E., and Bailey, M. (2014). Measuring ipv6 adoption. *SIGCOMM Comput. Commun. Rev.*, 44(4):87–98.
- Pan, J., Paul, S., and Jain, R. (2011). A survey of the research on future internet architectures. *IEEE Communications Magazine*, 49(7).
- Rakotoarivelo, T., Ott, M., Jourjon, G., and Seskar, I. (2010). Omf: a control and management framework for networking testbeds. *ACM SIGOPS Operating Systems Review*, 43(4):54–59.
- Salmito, T., Ciuffo, L., Machado, I., Salvador, M., Stanton, M., Rodriguez, N., Abelem, A., Bergesio, L., Sallent, S., and Baron, L. (2014). Fibre-an international testbed for future internet experimentation. In *Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos-SBRC 2014*, pages p–969.